

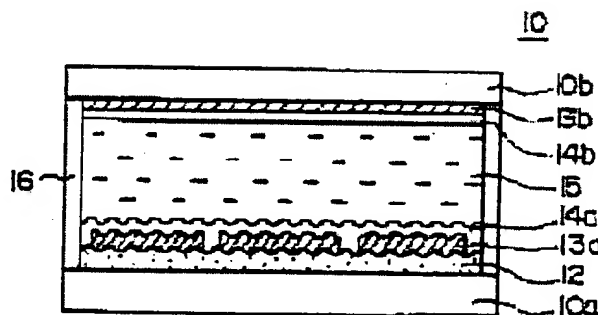
**REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF**

**Patent number:** JP10282514  
**Publication date:** 1998-10-23  
**Inventor:** ICHIMURA KOJI  
**Applicant:** DAINIPPON PRINTING CO LTD  
**Classification:**  
 - international: G02F1/1343; G02F1/1335; G02F1/136  
 - european:  
**Application number:** JP19970096404 19970401  
**Priority number(s):**

**Abstract of JP10282514**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enhance visibility while reducing reflection by forming an electrode by laminating light reflective metal on an insulated resin layer having a fine uneven shape.

**SOLUTION:** This liquid crystal display device 10 has two substrates 10a and 10b opposed to each other. The electrode 13a is provided on the side of a substrate surface opposed to the substrate 10a. Also, an alignment layer 14a is formed on the electrode 13a. On the other hand, the electrode 13b is formed on the side of the substrate surface opposed to the substrate 10b so as to be orthogonal with the electrode 13a, and also the oriented film 14b is formed on the electrode 13b. Though the electrode 13b at the substrate 10b on the side of an observer is formed of a transparent electrode, the electrode 13a on the side of the substrate 10a is formed of reflective conductive metal so as to enhance a reflection effect. Then, the electrode 13a is provided through the insulated layer 12 having the fine uneven shape on a surface. The electrode 13a is formed into a thin layer whose thickness is  $\leq 1 \mu\text{m}$  of sputtering or the like, so that the electrode 13a where the fine uneven shape is reproduced under an electrode layer is formed. Thus, the mirror-like reflection of an object on the side of the observer is prevented.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Tsuda EXHIBIT 1002  
 Jang v. Tsuda  
 Interference 105,203

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-282514

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	F I
G 0 2 F 1/1343		G 0 2 F 1/1343
1/1335	5 2 0	1/1335 5 2 0
1/136	5 0 0	1/136 5 0 0

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-96404

(22) 出願日 平成9年(1997)4月1日

(71) 出願人 000002897

大日本印刷株式会社

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

(72) 発明者 市村 公二

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号

大日本印刷株式会社内

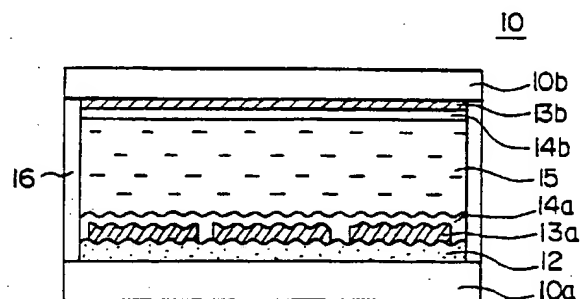
(74) 代理人 弁理士 小西 淳美

(54) 【発明の名称】 反射型液晶ディスプレイ装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 反射型液晶ディスプレイ装置において、電極表面における装置外部物体の映り込みを少なくして視認性の良い装置およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 電極表面に反射性を持たせた反射型液晶ディスプレイ装置において、基板上に微細凹凸形状を形成した絶縁層を介して反射性金属を積層することにより電極表面に微細凹凸形状が再現されるため、外部物体光が鏡面反射せず、観察側からの映像の視認性が向上する。また、このような絶縁層は、基板上にポジ型感光性材料層を形成した後、微細凹凸形状を表面に有する光透過性材料を介して光露光し、現像処理することにより形成することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置において、当該電極が微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層して形成されていることを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置。

【請求項2】 TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置において、当該電極が微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層して形成されていることを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置。

【請求項3】 微細凹凸形状の山と谷の高低差が、 $10\mu\text{m}\sim 0.4\mu\text{m}$ の範囲内のものであることを特徴とする請求項1および請求項2記載の反射型液晶ディスプレイ装置。

【請求項4】 平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層に微細凹凸形状を有する光透過性材料を介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥し、表面に微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層を形成する工程と、当該微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項5】 TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層に微細凹凸形状を有する光透過性材料を介して光露光する工程と、コンタクトホールのパターンを有するフォトリソマスクを用いて光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥し、表面に微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層を形成する工程と、当該微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項6】 微細凹凸形状を有する光透過性材料がすりガラスであることを特徴とする請求項4および請求項5記載の反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法。

【請求項7】 微細凹凸形状の山と谷の高低差が、 $10\mu\text{m}\sim 0.4\mu\text{m}$ の範囲内のものであることを特徴とする請求項4から請求項6記載の反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射型液晶ディスプレイ装置およびその製造方法に関し、さらに詳しくは、ノート型パーソナルコンピュータやワードプロセッサなどのOA機器、ポケットテレビ等の各種映像機器お

よびゲーム機器などに好適に用いられる反射型液晶ディスプレイ装置とその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、ポケット液晶テレビ、ラップトップパソコン、ワードプロセッサなどへの液晶ディスプレイ装置の応用が急速に進展している。特に、液晶ディスプレイ装置のなかでも外部から入射した光を反射させて表示を行う反射型液晶ディスプレイ装置は、バックライトが不要であること、低消費電力で電池駆動ができること、かつ薄型、軽量である点で注目を集めている。

【0003】この反射型液晶ディスプレイ装置には、液晶をツイストネマティック(TN)モードで駆動するTN方式、スーパーツイストネマティック(STN)モードで駆動するSTN方式が知られている。TN方式は、液晶表示素子の光学的性質を利用して、電圧無印加時の旋光特性と、電圧印加時の偏光解消特性とを利用してモノクロ表示を行うものである。また、液晶中に2色性染料を添加し、電圧により液晶の配向を制御することで2色性染料の配向を制御し表示を行う、アモルファス・カイラル・ネマチック・ゲストホスト液晶も知られている。このものは偏光板が不要であることから高い輝度と広い視野角が得られる特徴がある。

【0004】また、カラー液晶表示に関しては、液晶表示素子内に、R、G、Bの各カラーフィルターを設け、光スイッチング特性を利用し、加色混合によりマルチカラー表示あるいはフルカラー表示を行うようにしたものである。現在、TN方式は、アクティブマトリックス駆動や単純マトリックス駆動を適用した、携帯可能ないわゆるポケット液晶テレビのディスプレイに採用されている。

【0005】図8は、従来のモノクロ反射型液晶ディスプレイ装置の構造を示す図である。図において、液晶ディスプレイ装置20は、対向する2枚のガラス基板20aおよび20bを有しており、基板20aの対向面側には、絵素を構成するストライプ状の電極23aが絶縁膜22上に設けられており、さらにこれらの上には配向膜24aが形成されている。基板20bの対向面側にもストライプ状の対向電極23bが電極23aと直交するように形成されており、さらに対向電極23b上には、配向膜24bが形成されている。観察側の基板20bにおける対向電極23bは透明電極で形成されるが、基板20aの電極23aは反射効果を高めるために反射性の導電金属で形成される。この基板20aと基板20bの電極を単純マトリックス走査して、液晶画面を表示させる。

【0006】図9は、TFT素子を使用した従来のモノクロ反射型液晶ディスプレイ装置の構造を示す図である。図において、液晶ディスプレイ装置20は、対向する2枚のガラス基板20aおよび20bを有しており、基板20aの対向面側には、絵素を構成するTFT素子

21およびマトリックス状に配列された電極23aが絶縁層22上に設けられており、さらにこれらの上には配向膜24aが形成されている。基板20bの対向面側には平面状の共通電極23bが形成されており、さらに共通電極23b上には、配向膜24bが形成されている。観察側の基板20bにおける共通電極23bは透明電極で形成されるが、基板20aの電極23aは反射効果を高めるために反射性の導電金属で形成される。

【0007】上記電極基板20aおよび対向基板20b間は、スペーサー（不図示）により一定間隔離されて保持されており、配向膜間にはゲストホスト型液晶等の液晶層25が封入され、両ガラス基板の周囲は封止材料26により封止されている。従来の反射型液晶表示素子では素子の裏面に、視野角を広くするためにアルミニウム等の金属表面を研磨して適当な光散乱性を付与したものや、反射板の基板表面に凹凸形状を形成した後にアルミニウム等の金属を蒸着して、適当な光散乱性を持たせたものも使用されていたが、電極自体に反射性を持たせる場合は、素子裏面の反射板は通常省略されることが多い。図8、図9は、そのような場合の反射型液晶ディスプレイ装置を示すものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来型の反射型液晶ディスプレイ装置においては、電極23aを反射性金属で形成した場合、当該電極表面が鏡面状であるので、観察者側の物体を映し込んで鏡面反射するため、映像画面の視認性が悪くなるという問題が生じている。そこで、本発明では、電極を反射性とした反射型液晶ディスプレイ装置において、当該電極表面に微細凹凸形状を付与して形成することにより映し込みを少なくし視認性を高めることを着想し本発明の完成に至ったものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】すなわち、上記問題を解決するための本発明の要旨の第1は、平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置において、当該電極が、微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層して形成されていることを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置、にある。かかる液晶ディスプレイ装置であるため視認性の高いディスプレイ装置とすることができる。

【0010】上記問題を解決するための本発明の要旨の第2は、TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置において、当該電極が、微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層して形成されていることを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置、にある。かかる液晶ディスプレイ装置であるため視認性の高いディスプレイ装置とすることができる。

【0011】上記問題を解決するための本発明の要旨の

第3は、平滑な基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層に微細凹凸形状を有する光透過性材料を介して光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥し、表面に微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層を形成する工程と、当該微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法、にある。かかる液晶ディスプレイ装置の製造方法であるため視認性の高いディスプレイ装置を容易に製造することができる。

【0012】上記問題を解決するための本発明の要旨の第4は、TFT素子が形成された基板上に光反射性の電極を有する反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法において、基板上に絶縁性を有する感光性樹脂層を形成する工程と、乾燥後の当該感光性樹脂層に微細凹凸形状を有する光透過性材料を介して光露光する工程と、コンタクトホールのパターンを有するフォトリソマスクを用いて光露光する工程と、当該光露光後の感光性樹脂層を現像処理して乾燥し、表面に微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層を形成する工程と、当該微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂層上に光反射性金属を積層する工程と、を含むことを特徴とする反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法、にある。かかる液晶ディスプレイ装置の製造方法であるためTFT素子を使用した視認性の高いディスプレイ装置を容易に製造することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明の反射型液晶ディスプレイ装置は、観察側と反対側の電極が導電性の光反射性金属材料で形成され、特に当該金属材料の層が基板と金属材料との間にあって微細凹凸形状が施された絶縁性樹脂材料上に薄膜で形成されているために、金属材料層が、その絶縁材料の凹凸形状を表面に忠実に再現して、観察側からの入射光を乱反射させ、それにより外部物体の映し込みの影響を少なくすることに特徴がある。以下、図面を参照して本発明の反射型液晶ディスプレイ装置およびその製造方法について説明する。

【0014】図1は、本発明の第1の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。図1において、液晶ディスプレイ装置10は、対向する2枚のガラス基板10aおよび10bを有しており、基板10aの対向基板面側には、ストライプ状の電極13aが設けられており、さらにこれらの上には配向膜14aが形成されている。基板10bの対向基板面側には画素電極13aと直交するようにストライプ状の対向電極13bが形成され、さらに対向電極13b上には、配向膜14bが形成されている。観察者側基板10bにおける電極13bは透明電極で形成されるが、基板10a側の画素電極13aは反射効果を高めるために反射性の導電金属で形成さ

れている。これらの電極は、パネルサイズ、画素数にもよるが、 $200\mu\text{m}$ 程度のピッチで形成されることが多い。

【0015】本発明の反射型液晶ディスプレイ装置では、この電極13aが表面微細凹凸形状を有する絶縁層12を介し設けられていることに特徴がある。電極13aはスパッタリング等により $1\mu\text{m}$ 以下の薄層に形成されるので、電極層下の微細凹凸形状を再現した電極が形成されることになる。電極表面が微細凹凸形状であるため、観察側外部物体が鏡面的に反射することがないという効果を奏する。ここで、微細とは液晶ディスプレイ装置外の観察側の物体が鏡面的に反射して、映像の視認性を低下させない程度の凹凸形状をいうが、液晶層15や絶縁層の厚みまたは電極13aの幅等により規制されるので、任意の大きさの凹凸形状を取りえるという分けではない。通常、液晶層の厚みは、 $10\mu\text{m}$ 以下、強誘電型液晶の場合には、 $1\sim 2\mu\text{m}$ とされる。また、絶縁層12の厚みも、数 $\mu\text{m}$ 程度であるため、絶縁層の凹凸形状も凹凸の山と谷間で測って、最大 $10\mu\text{m}$ から最小は可視光の波長( $400\sim 750\text{nm}$ )程度までということになる。

【0016】図2は、本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。図2において、液晶ディスプレイ装置10は、対向する2枚のガラス基板10aおよび10bを有しており、基板10aの対向面側には、液晶に電圧を印加するTFT素子11および電極13aが設けられており、さらにこれらの上には配向膜14aが形成されている。基板10bの対向面側には平面状の共通電極13bが形成されており、さらに共通電極13b上には、配向膜14bが形成されている。観察者側の基板10bにおける共通電極13bは透明材料で形成されるが、基板10aの画素電極13aは反射効果を持たせるために反射性の導電金属で形成されている。この第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置でも、電極13aが表面微細凹凸形状を有する絶縁層12を介し設けられていることに特徴がある。電極13aの形成方法および微細凹凸形状の大きさ等については、第1の態様の場合と同様である。

【0017】ここで、絶縁層12は、画素電極13a間の絶縁をとるもので、材料的に特に限定されないが、表面に微細凹凸が形成される必要があるため、簡易な加工手段を得られるものが望ましい。通常は、乾燥後に絶縁性を有するポジ型の感光性樹脂が好適に使用することができる。また、微細凹凸をサンドブラスト等の機械的手段により形成する場合は、感光性材料を使用する必要はなく、一般的な高分子材料やシリコン酸化膜等の絶縁性材料であっても良い。上記ガラス基板10aおよび10bはスペーサーにより一定間隔離れて保持されており、配向膜間には液晶層15が封入され、両ガラス基板の周囲は、封止材料16により封止されている。

【0018】図5は、本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置のコンタクトホール部を示す図である。図5(A)は、その断面図、図5(B)は、その平面図を示している。図5(B)のA-A線における断面が、図5(A)に図示されていることになる。図5において、基板10a上に形成されたTFT素子11は窒化珪素( $\text{SiN}_x$ )からなる絶縁層112と当該絶縁層上に形成されたアモルファスシリコン( $\text{a-Si}$ )半導体層113と、これらに接続するゲート電極111、ソース電極116とからなり、さらに表示電極13aに接続するドレイン電極115が形成されている。ゲート電極111とソース電極116は基板上でマトリックスを形成するように通常は直交して形成されている。本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置では、画素電極13aとこのドレイン電極115との接続をとるために、絶縁層12にコンタクトホール30を形成する必要がある。

【0019】図6は、本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置のコンタクトホール部を示す斜視図である。電極13aが絶縁層12に形成されたコンタクトホール30を介してドレイン電極115に接続されている状態が明瞭に示されている。電極13a表面は絶縁層12に形成された微細凹凸形状を再現して、観察側からの入射光線Iを乱反射している。液晶層15には、ゲストホスト型液晶または高分子分散型液晶(PDLC)が好ましく用いられる。

【0020】図3は、本発明の第1の態様の反射型液晶ディスプレイ装置の製造工程を説明する図である。まず、図3(A)のように反射性電極基板となる基板10aを準備する。当該基板材料は、基板全体が反射性的のものであっても良いし、基板の観察側と反対面にさらに反射材料を設ける場合は、透明な材料である必要がある。一般的には平滑なガラス材料が使用される。本発明の特徴は、この基板上に微細凹凸形状を有する絶縁性樹脂材料層を設け、その上に反射性の電極を設けることにある。微細凹凸形状は各種の方法で形成することができるが、その一つの方法は、基板上にポジ型感光性樹脂層を設け、プリベーク、乾燥した後、当該感光性樹脂の表面に微細な凹凸形状を有する平面的な光透過性材料を密着し、当該材料を介して光露光することにより凹凸形状を感光性材料層上に再現する方法である。微細な凹凸形状を有する平面的な光透過性材料には例えば、すりガラスやマット加工したプラスチックシートが使用できる。

【0021】図3(B)は、基板上にポジ型感光性樹脂層12が塗布された状態を示し、図3(C)は当該感光性樹脂層12を微細な凹凸形状を有する平面的な光透過性材料18を介して光源19により光露光している工程を示している。露光後、感光した樹脂層を現像処理すれば、ポジ型感光材料であるので露光により光可溶性部分が溶解除去され、感光性樹脂層表面に微細凹凸形状

12mを残存させることができる(図3(D))。この露光では、光透過性材料の凹凸形状が同一の相似形状で感光性樹脂層に形成されるわけではないが、光透過性材料の凸部は光を集光する作用をするので、凸部に対向した部分は可溶化が促進され、ほぼ光透過性材料の形状に平行に対応した形状が感光性樹脂層に形成されるものと考えられる。このような目的に使用することができるポジ型感光性樹脂材料としては、アルカリ可溶性のクレゾールノボラック樹脂とナフトキノンアジドの混合物またはアクリル系感光性樹脂が通常使用されている。具体的には、OFPR-800、OFPR-5000、OFPR-8600、TSMR-8800、TSMR-CRB(以上、東京応化工業株式会社製)、オプトマーPC302(日本合成ゴム株式会社製)等がある。

【0022】続いて、微細凹凸形状12mの表面に電極13aとなる導電性金属材料を積層する(図3

(E))。これにはスパッタリング等の手法により、薄層の金属アルミ層を形成することが常用されている。金属アルミ層は、絶縁層の微細凹凸形状が失われない程度の薄層(通常、1 $\mu$ m以下)に施すので電極表面が絶縁層の微細凹凸形状を殆どそのまま再現することになる。電極層形成後、対向電極との間でマトリックス回路を形成するために、通常的光エッチング技術により所定のストライプ状電極にパターン形成する(図3

(F))。従って、電極13aは図3(F)において、紙面に垂直方向に伸びていることになる。

【0023】光反射性電極基板および対向基板の双方に配向膜処理を行い、両基板を組み合わせて周囲を封止し、基板間にPDLCL液晶またはゲストホスト型液晶を充填することにより、反射型液晶ディスプレイ装置が完成する(図1)。

【0024】図4は、本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置の製造工程を説明する図である。まず、図4(A)のように反射性電極基板となる基板10aを準備する。第1の実施態様の場合と異なり、第2の実施態様の場合は基板上にTFT素子11が形成されていることに特徴がある。当該基板材料も反射性のものであっても良いし、基板の観察側と反対面にさらに反射材料を設ける場合は、透明な材料である必要がある。一般的には平滑なガラス材料が使用される。この基板上に微細凹凸形状を有する絶縁材料層を設け、その上に反射性の電極を設けることは第1の実施態様の場合と同様である。また、微細凹凸形状も第1の実施態様と同様に形成する。

【0025】図4(B)は、基板上にポジ型感光性樹脂層12が塗布された状態を示し、図4(C)は当該感光性樹脂層12を微細な凹凸形状を有する平面的な光透過性材料18を介して光源19により光露光している工程を示している。続いて、電極13aの表面にTFTのドレイン電極との接触を得るためのコンタクトホール30

を形成するために、TFT位置部分に透明なコンタクトホールパターンを有するフォトマスク17を用いて露光を行う(図4(D))。両露光後、感光した樹脂層を現像処理すれば、ポジ型感光材料であるので露光により光可溶化した部分が溶解除去され、感光性樹脂層表面に微細凹凸形状12mを残存させ、かつTFT素子部分にコンタクトホール30を有する絶縁層を形成することができる(図4(E))。

【0026】次に、微細凹凸形状12mの表面に電極13aとなる導電性金属材料を積層する(図4(F))。これにはスパッタリング等の手法により、薄層の金属アルミ層を形成することが常用されている。金属アルミ層は、絶縁層の微細凹凸形状が失われない程度の1 $\mu$ m以下の薄層に施すので電極表面が絶縁層の微細凹凸形状を殆どそのまま再現することになる。また、金属アルミ層は、コンタクトホール内にも形成されるので、TFTのドレイン電極と電極13aとの接続がされることになる。電極層形成後、通常的光エッチング技術により所定のマトリックス状の電極にパターン形成する(図4(G))。

【0027】光反射性電極基板および対向基板の双方に配向膜処理を行い、両基板を組み合わせて周囲を封止し、基板間にゲストホスト型液晶またはPDLCL液晶を充填することにより、TFT素子を使用した反射型液晶ディスプレイ装置が完成する(図2)。

【0028】

【実施例】

(実施例1)

(単純マトリクス型の反射型液晶ディスプレイ)

<反射性電極基板>平滑なガラス基板(コーニング社製「7059ガラス」)上に、絶縁層を形成するためにアクリル系ポジ型感光性保護膜(日本合成ゴム株式会社製「オプトマーPC302」)をスピンコート法(回転数:1500回転/分)で塗布し、膜厚約1.5 $\mu$ mの塗膜を形成した(図3(B))。その後、80°Cのホットプレート上で60秒間加熱し、プリベークを行った。

【0029】ポジ型感光性塗膜12上にすりガラス(興栄化学株式会社製「すりガラス1500番」)18を凹凸面が当該ポジ型感光性保護膜に接するようにして密着させ、超高圧水銀灯(15mW/cm<sup>2</sup>, 405nm)で3秒間露光した(図3(C))。その後、現像液(日本合成ゴム株式会社製「PD523AD」)の11.9倍希釈液に90秒間浸漬して現像した(図3(D))。現像後さらに、超高圧水銀灯(15mW/cm<sup>2</sup>, 405nm)で30秒間全面露光し、220°Cのオーブンで60分間ポストベークを行った。絶縁層表面には、すりガラスの微細凹凸形状とほぼ平行な形状となる凹凸形状12mが形成された面が得られた。

【0030】絶縁層上に反射機能を有する電極層13a

を形成するために、金属アルミをスパッタ法により、 $0.2\mu\text{m}$ 厚で形成し(図3(E))、当該アルミ層を電極幅 $190\mu\text{m}$ 、電極間隔 $200\mu\text{m}$ に設定するため、フォトマスクを用いた通常のパターンニング方法によりストライプ状の電極13aを形成した(図3(F))。

【0031】図7は、上記で使用したすりガラス表面を触針式表面形状測定機で実測した結果を示す図である。すりガラス表面の $500\mu\text{m}$ の範囲を、微細凹凸形状を触針式表面形状測定機(デクタク社製「Dektak16000」)で実測すると、図7のグラフのような形状となる。このグラフの表面粗さの算術平均値 $R_a=3192\text{\AA}$ (約 $0.3\mu\text{m}$ )、 $R_{\text{max}}$ (山と谷の深さの $\text{max}$ )=約 $22,000\text{\AA}$ ( $2.2\mu\text{m}$ )であった。なお、図中Rは、測定データの平均値等の算出開始位置( $106.38\mu\text{m}$ )を、Mは、算出終了位置( $425.53\mu\text{m}$ )を表している。

【0032】<対向基板>一方、透明なガラス基板(コーニング社製「7059ガラス」)上にITOを、 $0.15\mu\text{m}$ 厚で、電極基板の電極と直交するストライプ状にスパッタリングすることにより透明電極パターンを形成した対向基板を作製した。

【0033】<液晶パネルの作製>上記で作製した反射性電極基板と対向基板の双方に配向膜処理を施した後、基板間を封止し、ゲストホスト型液晶を充填して液晶パネルを作製し駆動したところ視認性の高い白色表示が実現できた。

【0034】(比較例1)上記実施例1と同様にして比較例1のサンプルを試作した。ただし、反射性電極基板上に実施例1と同一材料による同一厚さの絶縁層は形成したが、すりガラスによる露光は行わなかったため、平滑な絶縁層上に鏡面的な電極が形成された。その他の条件は実施例1と同様にして液晶パネルを作製した。その結果は、鏡面状の電極からの反射が強く、画像の視認性が、実施例1のものよりも劣っていた。

【0035】(実施例2)

(TFT型の反射型液晶ディスプレイ)

<反射性電極基板>基板として、ガラス(コーニング社製「7059ガラス」)上に、TFTマトリクスを形成した基板を使用し(図4(A))、実施例1と同様に、絶縁層を形成するためにアクリル系ポジ型感光性保護膜(日本合成ゴム株式会社製「オプトマーPC302」)をスピコート法(回転数: $1500$ 回転/分)で塗布し、膜厚約 $1.5\mu\text{m}$ の塗膜を形成した(図4(B))。

その後、 $80^\circ\text{C}$ のホットプレート上で60秒間加熱し、プリベークを行った。絶縁層側にすりガラス(興栄化学株式会社製「すりガラス1500番」)を密着させ、超高圧水銀灯( $15\text{mW}/\text{cm}^2$ ,  $405\text{nm}$ )で3秒間露光した(図4(C))。なお、すりガラスの微細凹凸形状は実施例1と同様であった。

【0036】続いて、コンタクトホールのパターンを持つフォトマスク17を密着させ、超高圧水銀灯( $15\text{mW}/\text{cm}^2$ ,  $405\text{nm}$ )で15秒間露光した(図4(D))。これは絶縁層上に形成する反射性電極層とTFT素子11のドレイン電極との導通をとるためである。その後、現像液(日本合成ゴム株式会社製「PD523AD」)の11.9倍希釈液に90秒間浸漬して現像した(図4(E))。現像後さらに、超高圧水銀灯( $15\text{mW}/\text{cm}^2$ ,  $405\text{nm}$ )で30秒間全面露光し、 $220^\circ\text{C}$ のオープンで60分間ポストベークを行った。絶縁層上に反射機能を有する電極層を形成するために、金属アルミをスパッタ法により、 $0.2\mu\text{m}$ 厚で形成し、当該アルミ層を通常のパターンニング方法によりマトリクス状に電極パターンを形成した(図4(F))。

【0037】<対向基板>透明なガラス基板(コーニング社製「7059ガラス」)上にITOをスパッタリングにより、 $0.15\mu\text{m}$ 厚で全面に平面状に共通電極を形成し対向基板を作製した。

【0038】<液晶パネルの作製>反射性電極基板と当該対向基板の双方に配向膜処理を施した後、基板間を封止し、2色性染料を添加したゲストホスト型液晶を充填して液晶パネルを作製し駆動したところ視認性の高い白色表示が実現できた。

【0039】(比較例2)上記実施例2と同様にして比較例2のサンプルを試作した。ただし、基板上に実施例2と同一材料による同一厚さの絶縁層は形成したが、すりガラスによる露光は行わなかったため、平滑な絶縁層上に鏡面的な電極が形成された。その他の条件は実施例2と同様にして液晶パネルを作製した。その結果は、鏡面状の電極からの反射が強く、画像の視認性が、実施例2のものよりも劣っていた。

【0040】

【発明の効果】本発明の反射型液晶ディスプレイ装置では、電極表面に微細凹凸形状が形成されているので、観察側液晶ディスプレイ装置外部の物体の像が電極面で鏡面反射することがないため、外部物体の映し込みが少なく映像の視認性を優れたものとすることができる。また、本発明の反射型液晶ディスプレイ装置の製造方法によれば、このような視認性が優れた液晶ディスプレイ装置を容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。

【図2】 本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置を示す図である。

【図3】 本発明の第1の態様の反射型液晶ディスプレイ装置の製造工程を説明する図である。

【図4】 本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置の製造工程を説明する図である。



【図5】 本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置のコンタクトホール部を示す図である。

【図6】 本発明の第2の態様の反射型液晶ディスプレイ装置のコンタクトホール部を示す斜視図である。

【図7】 すりガラス表面を触針式表面形状測定機で実測した結果を示す図である。

【図8】 従来のモノクロ反射型液晶ディスプレイ装置の構造を示す図である。

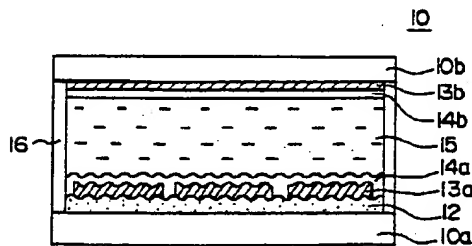
【図9】 TFT素子を使用した従来のモノクロ反射型液晶ディスプレイ装置の構造を示す図である。

【符号の説明】

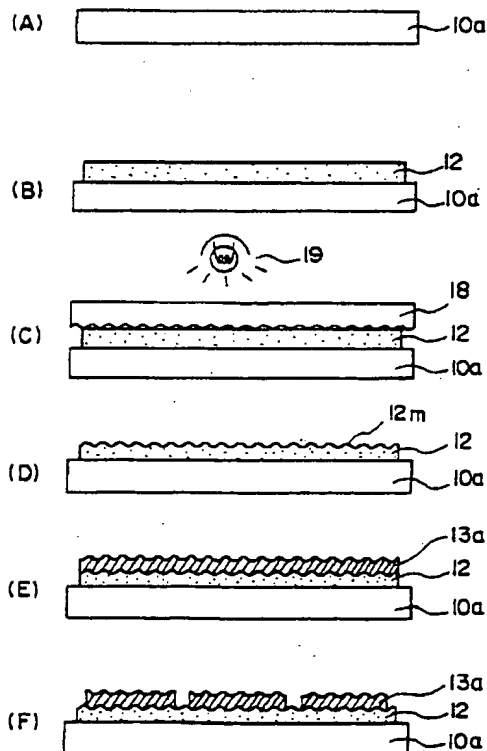
10、20 液晶ディスプレイ装置  
10a、10b、20a、20b 基板  
11、21 TFT素子  
12 ポジ型感光性樹脂層または絶縁層

12m 微細凹凸形状  
13a、13b、23a、23b 電極  
14a、14b、24a、24b 配向膜  
15、25 液晶層  
16、26 封止材料  
17 フォトマスク  
18 微細凹凸形状を有する平面的な光透過性材料  
19 光源  
30 コンタクトホール  
111 ゲート電極  
112  $\text{SiN}_x$  からなる絶縁層  
113 アモルファスシリコン半導体層  
115 ドレイン電極  
116 ソース電極

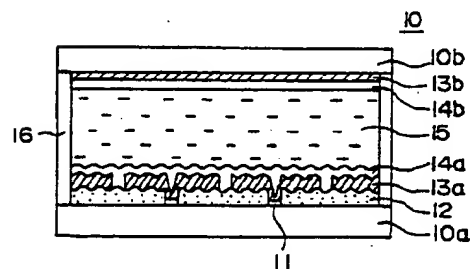
【図1】



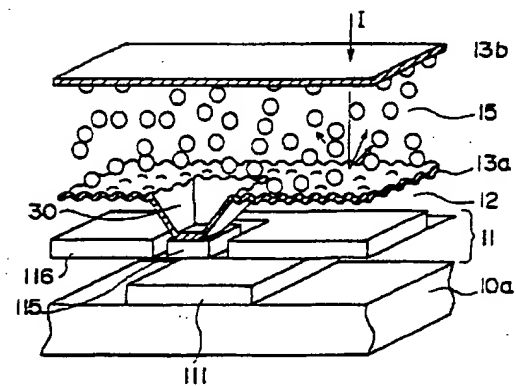
【図3】



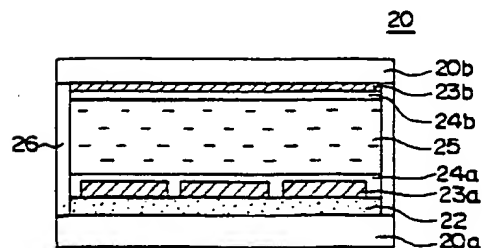
【図2】



【図6】

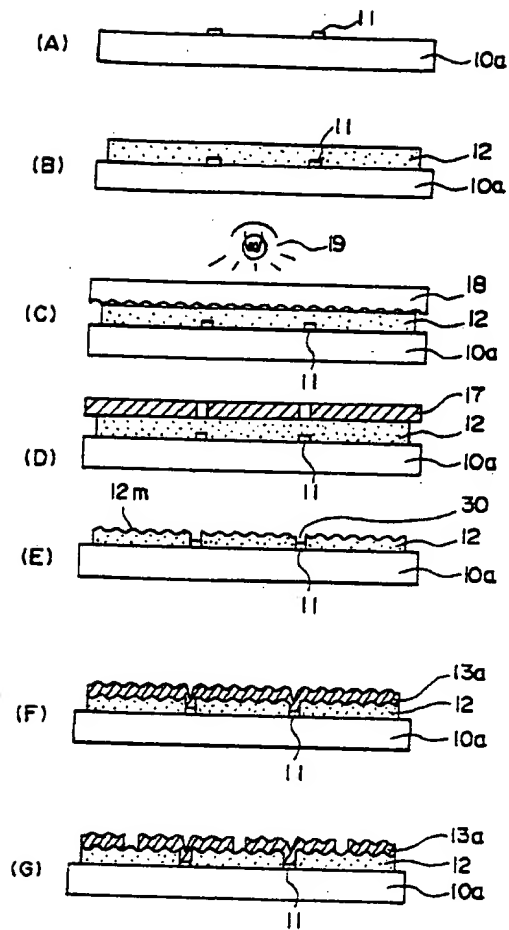


【図8】



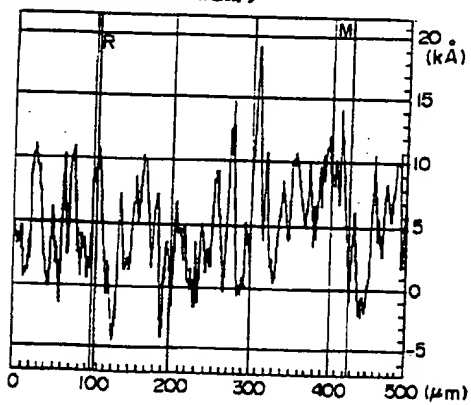


【図4】

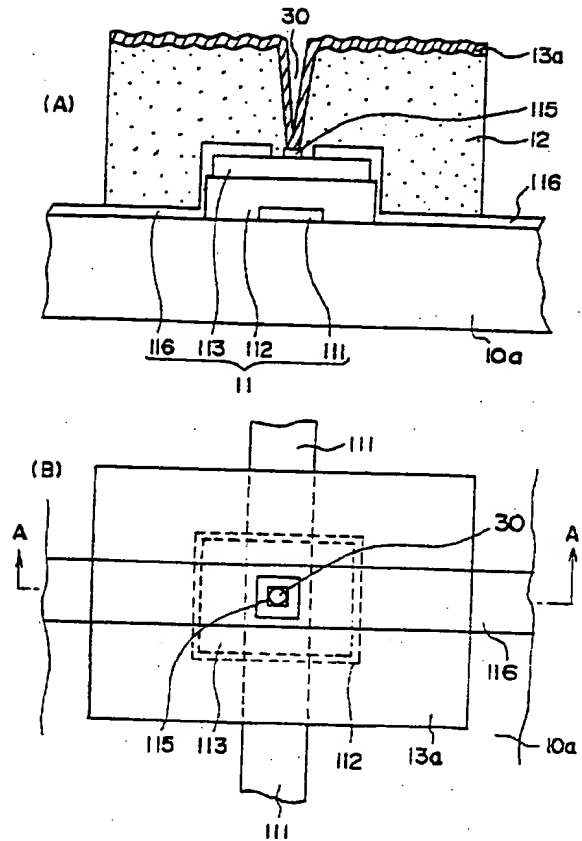


【図7】

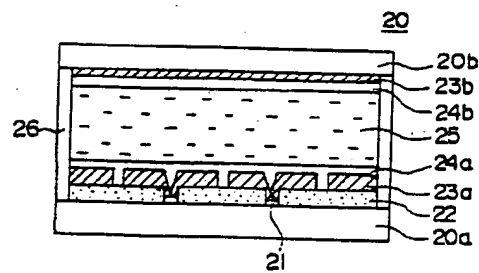
すりガラス測定結果  
DEKTAI6000にて測定  
(触針式表面形状測定機)



【図5】



【図9】



[DOCUMENT] SPECIFICATION  
[TITLE OF THE INVENTION] REFLECTION-TYPE LIQUID CRYSTAL  
DISPLAY APPARATUS AND METHOD OF FABRICATING THE SAME

[CLAIMS]

[Claim 1] A reflection-type liquid crystal display apparatus comprising:  
a flat, smooth substrate; and  
reflective electrodes on the flat, smooth substrate,  
the reflective electrodes being formed by depositing a  
reflective metal on an insulating resin layer having minute  
irregularities.

[Claim 2] A reflection-type liquid crystal display apparatus comprising:  
a substrate;  
TFTs formed on the substrate; and  
reflective electrodes on the substrate,  
the reflective electrodes being formed by depositing a  
reflective metal on an insulating resin layer having minute  
irregularities.

[Claim 3] The reflection-type liquid crystal display apparatus of claims 1 or 2, wherein a difference in height between ridges and valleys of the minute irregularities is in a range of 0.4  $\mu\text{m}$  to 10  $\mu\text{m}$ .

[Claim 4] A method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a flat, smooth substrate and reflective electrodes on the flat, smooth substrate, the method comprising the steps of:  
forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate;  
drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a transparent material having minute irregularities;  
subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer to form an insulating resin layer having minute irregularities on the surface thereof; and  
depositing a reflective metal on the insulating resin layer having the minute irregularities.

[Claim 5] A method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a substrate, TFTs formed on the substrate; and reflective electrodes on the substrate, the method comprising the steps of:  
forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate;  
drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light

through a transparent material having minute irregularities;  
exposing the photosensitive resin layer to light  
through a photomask provided with a pattern of contact holes;  
subjecting the exposed photosensitive resin layer to a  
developing process and drying the developed photosensitive  
resin layer to form an insulating resin layer having minute  
irregularities on the surface thereof; and  
depositing a reflective metal on the insulating resin  
layer having the minute irregularities.

[Claim 6] The method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus of claim 4 or 5, wherein the transparent material having minute irregularities is a ground glass plate.

[Claim 7] The method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus of any one of claims 4 to 6, wherein a difference in height between ridges and valleys of the minute irregularities is in a range of 0.4  $\mu\text{m}$  to 10  $\mu\text{m}$ .

#### [DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[0001]

[Technical Field to which the invention belongs]

The present invention relates to a reflection-type liquid crystal display apparatus and a method of fabricating the same. More particularly, the present invention relates to a reflection-type liquid crystal display apparatus suitable for use as a display unit for OA apparatus including note-size lap top personal computers and word processors, video apparatus including pocketable television sets, and game machines, and a method of fabricating the same.

[0002]

[Prior art]

The application of liquid crystal display apparatuses to pocketable liquid crystal television sets, lap top personal computers and word processors has rapidly developed in recent years. Particularly, reflection-type liquid crystal display apparatuses, which reflect incident external light to display images, are being watched with keen interest because reflection-type liquid crystal display apparatuses do not need any backlight unit, are capable of operating at a low power consumption rate and of being powered by batteries; and are thin and of lightweight.

[0003]

Generally known reflection-type liquid crystal display apparatuses are TN liquid crystal display apparatuses in which a liquid crystal is driven in a twisted nematic (TN) mode, and STN liquid crystal display apparatuses in which a liquid crystal is driven in a super twisted nematic (STN) mode. The TN liquid crystal display apparatus displays

monochromatic images by using the optical properties of a liquid crystal display element, namely, an optically rotatory characteristic which is exhibited when no voltage is applied thereto and a polarization canceling characteristic which is exhibited when a voltage is applied thereto. Furthermore, an amorphous chiral nematic guest-host liquid crystal in which a dichromatic dye is added to a liquid crystal, and the orientation of the liquid crystal is controlled by voltage to control the orientation of the dichromatic dye for displaying images is also known. A liquid crystal display apparatus employing such a liquid crystal does not need any polarizing plate, and has a high luminance and a wide viewing angle.

[0004]

A color liquid crystal display has a liquid crystal display element provided with an R-, a G- and a B-filter therein, and displays multicolor or full-color images by utilizing an optical switching characteristic and by adding and mixing colors. Currently, TN reflection-type liquid crystal display apparatuses are employed in portable liquid crystal television sets, namely, pocketable liquid crystal television sets, driven in an active matrix driving mode or a passive matrix driving mode.

[0005]

FIG. 8 is a view showing a structure of a conventional monochromatic reflection-type liquid crystal display apparatus. In Fig. 8, a liquid crystal display apparatus 20 has two glass substrates 20a and 20b disposed opposite to each other. On the opposing surface of the substrate 20a, electrodes 23a in the pattern of stripes, which form pixels, are provided on an insulating layer 22, and an alignment film 24a is formed on these elements. Counter electrodes 23b are formed on the opposing surface of the substrate 20b in the pattern of stripes so as to extend perpendicularly to the electrodes 23a, and an alignment film 24b is formed on the counter electrode 23b. The counter electrodes 23b formed on the substrate 20b on a viewer side are transparent electrodes, and the electrodes 23a formed on the substrate 20a are formed of reflective conductive metal to improve reflection effect. The electrodes of the substrates 20a and 20b are scanned in a passive matrix driving mode to display liquid crystal images.

[0006]

FIG. 9 is a view showing a structure of a conventional monochromatic reflection-type liquid crystal display apparatus using TFTs. In Fig. 9, a liquid crystal display apparatus 20 has two glass substrates 20a and 20b disposed opposite to each other. On the opposing surface of the substrate 20a, thin-film transistors (TFTs) 21 and electrodes 23a arranged in a matrix form, which form pixels, are formed on an insulating layer 22 on the opposing surface of the substrate 20a, and an alignment film 24a is formed on these elements. A planar common electrode 23b is formed on the

opposing surface of the substrate 20b, and an alignment film 24b is formed on the common electrode 23b. The common electrode 23b formed on the substrate 20b on a viewer side is formed of a transparent electrode, and the electrodes 23a on the substrate 20a are formed of a reflective conductive metal to improve reflection effect.

[0007]

The electrode substrate 20a and the counter substrate 20b are spaced a predetermined distance apart by a spacer, not shown, so as to form a space therebetween, and a liquid crystal layer 25, such as a guest-host liquid crystal, is filled in the space between the alignment films, and the peripheral parts of both the glass substrates are sealed by a sealing material 26. The conventional reflection-type liquid crystal display element is provided on its back surface with a reflecting plate of a metal, such as an aluminum plate, having a surface finished by grinding to provide an appropriate light scattering property or a reflecting plate formed by depositing a metal, such as aluminum, by evaporation on a roughened surface of a base plate to provide the roughened surface with an appropriate light scattering property to secure a wide visual angle. Usually, the reflecting plate attached to the back surface of the element is often omitted if reflective electrodes are employed. FIGS. 8 and 9 show the reflection-type liquid crystal display apparatus in such case.

[0008]

[Problems that the invention is to solve]

In the foregoing conventional reflection-type liquid crystal display apparatus arises such a problem that, if the electrodes 23a are formed of a reflective metal, since the surfaces of the electrodes have mirror surfaces, matters on a viewer side are reflected and cause a specular reflection and thereby the visibility of the image display is deteriorated. Accordingly, in the invention, it is conceived and achieved to improve the visibility of a reflection-type liquid crystal display apparatus provided with electrodes which are reflective type, by forming and providing minute irregularities on the surface of the electrode so as to suppress the reflection of the matters.

[0009]

[Means of solving the problems]

According to a first aspect of the present invention for solving the above-mentioned problem, a reflection-type liquid crystal display apparatus comprises a flat, smooth substrate, and reflective electrodes on the flat, smooth substrate, the reflective electrodes being formed by depositing a reflective metal on an insulating resin layer having minute irregularities. With such a liquid crystal display apparatus it is possible to obtain a display apparatus of high visibility.

[0010]

According to a second aspect of the present invention, a reflection-type liquid crystal display apparatus comprises a substrate, TFTs formed on the substrate, and reflective electrodes on the substrate, the reflective electrodes being formed by depositing a reflective metal on an insulating resin layer having minute irregularities. With such a liquid crystal display apparatus it is possible to obtain a display apparatus of high visibility.

[0011]

According to a third aspect of the present invention, a method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a flat, smooth substrate and reflective electrodes on the flat, smooth substrate, comprises the steps of forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate, drying the photosensitive resin layer and thereafter exposing the dried photosensitive resin layer to light through a transparent material having minute irregularities, subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer to form an insulating resin layer having minute irregularities on the surface thereof, and depositing a reflective metal on the insulating resin layer having the minute irregularities. In such a method of fabricating a liquid crystal display apparatus, it is possible to easily fabricate a display apparatus of high visibility.

[0012]

According to a fourth aspect of the present invention, a method of fabricating a reflection-type liquid crystal display apparatus comprising a substrate, TFTs formed on the substrate, and reflective electrodes on the substrate, comprises the steps of forming an insulating, photosensitive resin layer on the substrate; drying the photosensitive resin layer and exposing the dried photosensitive resin layer to light through a transparent material having minute irregularities, exposing the photosensitive resin layer to light through a photomask provided with a pattern of contact holes, subjecting the exposed photosensitive resin layer to a developing process and drying the developed photosensitive resin layer to form an insulating resin layer having minute irregularities on the surface thereof, and depositing a reflective metal on the insulating resin layer having the minute irregularities. In such a method of fabricating the liquid crystal apparatus, it is possible to readily fabricate a display apparatus of high visibility using TFTs.

[0013]

[Embodiment of the invention]

A reflection-type liquid crystal display apparatus according to the invention is characterized in that

electrodes on the opposite side of a viewer are formed of a conductive reflective metal material and particularly a layer of the metal material is formed as a thin film on an insulating resin material having minute irregularities which is disposed between the substrate and the metal material. Therefore, the metal material layer reproduces faithfully the shape of the irregularities of the insulating material on the surface thereof. Consequently, incident light from a viewer side is reflected irregularly and scattered, so that the reflection of external matters in the reflection-type liquid crystal display apparatus is suppressed. Reflection-type liquid crystal display apparatuses embodying the present invention and method of fabricating those liquid crystal display apparatuses will be described hereafter with reference to the accompanying drawings.

[0014]

FIG. 1 is a view showing a reflection-type liquid crystal display apparatus according to a first embodiment of the invention. In FIG. 1, a reflection-type liquid crystal display panel 10 comprises two glass substrates 10a and 10b disposed opposite to each other, electrodes 13a formed in the pattern of stripes are disposed on the opposing surface of the substrate 10a, and an alignment film 14a is formed on these elements. Counter electrodes 13b are formed on the counter substrate side surface of the substrate 10b in the pattern of stripes perpendicular to pixel electrodes 13a, and an alignment film 14b is formed on the counter electrodes 13b. The electrodes 13b on the viewer side substrate 10b are transparent electrodes. The pixel electrodes 13a on the substrate 10a are formed of a reflective conductive metal for effective reflection. Although dependent on the size of the panel and the number of pixels, the pitch of those electrodes usually is on the order of 200  $\mu\text{m}$ .

[0015]

In the reflection type liquid crystal display apparatus according to the present invention, it is characterized in that the electrodes 13a are disposed via insulating layer 12 having minute irregularities on the surface thereof. Since the electrodes 13a are formed in a thin film by sputtering or the like in a small thickness of 1  $\mu\text{m}$  or below, the shape of the surface of the electrodes conforms to the irregular surface of the insulating layer underlying the electrodes are formed. Since the surface of the electrodes have minutely irregular surfaces, it has an effect such that external matters of a viewer side do not reflect specularly. The above-mentioned language "minute irregularities" means that irregularities capable of preventing the deterioration of the visibility of images displayed on the liquid crystal display apparatus by the specular reflection of external matters in the liquid crystal display apparatus. However, since the irregularities are dependent on the thickness of a liquid



crystal layer 15, the thickness of the insulating layer, the width of the electrodes 13a and the like, the magnitudes of the irregularities cannot be optionally determined. Usually, the thickness of the liquid crystal layer 15 is 10  $\mu\text{m}$  or below, and is in the range of 1 to 2  $\mu\text{m}$  if the liquid crystal layer 15 is formed of a ferroelectric liquid crystal. Since the thickness of the insulating layer 12 is on the order of several micrometers, the height between ridges and valleys of the irregularities is 10  $\mu\text{m}$  at the maximum to the wavelengths (400 to 750 nm) of visible radiations at the minimum.

[0016]

FIG. 2 shows a reflection-type liquid crystal display apparatus in a second embodiment according to the present invention. In FIG. 2, a reflection-type liquid crystal display apparatus 10 comprises two glass substrates 10a and 10b disposed opposite to each other, TFTs 11 applying voltage on liquid crystal and electrodes 13a are provided on the opposing surface of the substrate 10a, and an alignment film 14a is formed on these elements. A flat common electrode 13b is formed on the opposing surface of the substrate 10b, and an alignment film 14b is formed on the common electrode 13b. The common electrode 13b on the viewer side substrate 10b is formed of a transparent material. The pixel electrodes 13a of the substrate 10a are formed of a reflective conductive metal for effective reflection. In the reflection-type liquid crystal display apparatus in the second embodiment, it is characterized in that the electrodes 13a are provided via the insulating layer 12 having minute irregularities on the surface thereof. A method of forming the electrodes 13a and the magnitudes of minute irregularities formed on the surfaces of the electrodes 13a and so on are the same as those in the reflection-type liquid crystal display panel in the first embodiment.

[0017]

The insulating layer 12 insulates the pixel electrodes 13a from each other and there is no particular restriction on material for forming the insulating layer 12. However, it is desirable that a simple process can be available, because the minute irregularities must be formed on the surface of the insulating layer. Usually, a positive photosensitive resin which exhibits an insulating property when dried is a suitable material. If the minute irregularities are formed by a mechanical means, such as sandblasting, the insulating layer 12 need not be formed of a photosensitive material, but may be formed of an ordinary insulating material, such as a polymeric material or silicon dioxide. The glass substrates 10a and 10b are spaced a predetermined distance apart by a spacer and a liquid crystal layer 15 is filled in a space between the alignment films, and peripheral parts of both glass substrates are sealed by a sealing material 16.

[0018]

FIG. 5 is a view showing a contact hole portion of the reflection-type liquid crystal display panel in the second embodiment of the invention. FIG. 5(A) is a sectional view thereof, and FIG 5(B) is a plain view thereof. A cross-section considering A-A line in FIG. 5(B) is shown in FIG. 5(A). In FIG. 5, each of the TFTs 11 formed on the substrate 10a is constituted of an insulating layer 112 of silicon nitride ( $\text{SiN}_x$ ), a semiconductor layer 113 of amorphous silicon (a-Si), and a gate electrode 111 and a source electrode 116 which are connected to these elements, and further a drain electrode 115 connected to the display electrode 13a is also formed. Usually, the gate electrodes 111 and the source electrode 116 are formed perpendicularly to each other so as to form a matrix on the substrate. In the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second embodiment of the invention, in order to connect pixel electrodes 13a to the drain electrodes 115, it is necessary to form contact holes 30 in the insulating layer 12.

[0019]

FIG. 6 is a perspective view showing a contact hole portion of the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second embodiment of the present invention. Fig. 6 explicitly shows a state where electrode 13a is connected through the contact hole 30 formed in the insulating layer 12 to the drain electrode 115. The electrode 13a has a surface of a shape conforming to the minute irregularities formed in the surface of the insulating layer 12 to reflect incident light rays I from a viewer side irregularly. Preferably, as the liquid crystal layer 15, a guest-host liquid crystal or a polymer dispersion liquid crystal (PDLC) is used.

[0020]

FIG. 3 is a view explaining steps of fabricating the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the first embodiment of the present invention. At first, as shown in FIG. 3(A), the substrate 10a which is to be a reflective electrode substrate is prepared. The substrate 10a may be formed of a material in which the entire substrate has a reflective property. The substrate 10a must be formed of a transparent material if a reflecting material is to be formed on the opposing surface to a viewer side. Generally, a flat, smooth glass material is used. The present invention is characterized by disposing the insulating layer of a resin material having a surface provided with the minute irregularities on the substrate and forming the reflective electrodes thereon. There are some possible methods of forming the minute irregularities. One of the methods of forming the minute irregularities comprises the steps of forming a positive photosensitive resin layer on a substrate, prebaking and drying the positive photosensitive resin layer, closely superposing a flat transparent material provided with

minute irregularities on the photosensitive resin layer, exposing the photosensitive resin layer to light through the flat transparent material to produce minute irregularities on the photosensitive resin layer. As the flat transparent material having a surface provided with minute irregularities, a ground glass or a mat-finished plastic sheet may be used.

[0021]

FIG. 3(B) shows a state where a positive photosensitive resin layer 12 is applied onto the substrate, and FIG 3(C) shows a step of exposing the photosensitive resin layer 12 to light emitted by a light source 19 through a flat transparent material 18 provided with minute irregularities. After the exposure process, the thus exposed positive photosensitive resin film is subjected to a developing step. Consequently, portions of the positive photosensitive resin film exposed to light and dissolvable in a developer are removed and the minute irregularities 12m can remain on the surface of the positive photosensitive resin layer (FIG. 3(D)). In this exposure, the minute irregularities of the transparent material are not necessarily formed in exactly similar form in the photosensitive resin material. However, it is considered that ridges among the minute irregularities of the transparent material concentrate light rays and hence a solubilization of portions of the photosensitive resin film corresponding to the ridges among the minute irregularities is promoted, so that the minute irregularities are formed on the photosensitive resin layer in a shape substantially complementary to the minute irregularities of the transparent material. As the positive photosensitive resin material capable of being used for such a purpose, a mixture of a cresol novolac resin soluble in an alkaline solution and naphthoquinone azide, or photosensitive acrylic resins is usually used. More specifically, there is, for example, OFPR-800, OFPR-5000, OFPR-8600, TSMR-8800 and TSMR-CRB commercially available from Tokyo Oka Kogyo K.K. of Japan, and Optomer-PC302 commercially available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd. of Japan.

[0022]

Subsequently, a conductive metal material is disposed on the surface provided with the minute irregularities 12m to form the electrodes 13a (FIG. 3(E)). Usually, a metal aluminum thin film is formed by using sputtering or the like. The aluminum thin layer is formed in a thin film having a thickness such that the minute irregularities of the insulating layer are maintained (usually 1  $\mu$ m or below). Therefore the shape of the surfaces of the electrodes almost conforms to the minute irregular surface of the insulating layer. After forming the electrode layer, in order to form a matrix circuit with the counter electrode, the conductive metal thin layer is patterned by an ordinary photoetching process to form the electrodes in the shape of stripes (FIG.

3(F)). Accordingly, in FIG. 3(F), the electrodes 13a extend perpendicularly to the sheet of paper.

[0023]

The alignment films are formed on both of the reflective electrode substrate and the counter substrate, the substrates are combined together and sealed around the periphery thereof, and a PDLC or a guest-host liquid crystal is filled in the space between the substrates to complete the reflection-type liquid crystal display apparatus (FIG. 1).

[0024]

FIG. 4 is a view showing steps of fabricating the reflection-type liquid crystal display apparatus according to the second embodiment of the present invention. At first, as shown in FIG. 4(A), the substrate 10a which is to be a reflective electrodes substrate is prepared. The substrate 10a of the second embodiment, differing from the case of the first embodiment, is provided with TFTs 11 thereon. The substrate may be formed of a material in which the entire substrate has a reflective property. The substrate may be formed of transparent material if a reflective material is to be formed on the opposing surface to a viewer side. Generally, a flat, smooth glass plate is used. Similarly to those of the first embodiment, the insulating material layer having the minute irregularities is formed on the substrate and the reflective electrodes are formed thereon. The minute irregularities are formed by the same method as that employed in forming the minute irregularities of the first embodiment.

[0025]

FIG. 4(B) shows a state where a positive photosensitive resin layer 12 is applied onto the substrate, and FIG. 4(C) shows a step of exposing the photosensitive resin layer 12 to light by a light source 19 through a flat transparent material 18 provided with minute irregularities. Subsequently, an exposure is performed by using the photomask 17 having a transparent contact hole pattern at positions corresponding to the TFTs, in order to form contact holes 30 for contacting to the drain electrode of TFTs on the surface of the electrode 13a (FIG. 4(D)). After both exposures, the thus exposed positive photosensitive resin layer is subjected to a developing step. Consequently, portions of the positive photosensitive resin layer exposed to light and dissolvable in a developer are removed and the minute irregularities 12m remain on the surface of the photosensitive resin layer and the contact holes 30 are formed in the TFT element portions to complete the insulating layer (FIG. 4(E)).

[0026]

Subsequently, a conductive metal material is disposed on the surface provided with the minute irregularities 12m to form the electrode 13a (FIG. 4(E)). Usually, a metal aluminum thin layer is formed by using sputtering or the like. The aluminum thin layer is formed in a thin film having a

thickness such that the minute irregularities of the insulating layer are maintained (usually 1  $\mu\text{m}$  or below). Therefore, the shape of the surfaces of the electrodes almost conforms to the minute irregular surface of the insulating layer. The metal aluminum layer is formed also in the contact holes to connect the drain electrodes of the TFTs to the electrodes 13a. After forming the electrode layer, the metal aluminum layer is patterned by an ordinary photoetching process to form the electrodes 13a in a predetermined shape of matrix (FIG. (4G)).

[0027]

The alignment films are formed on both of the reflective electrode substrate and the counter substrate, the substrates are combined together and sealed around the periphery thereof, and a guest-host liquid crystal or a PDLC is filled in a space between the substrates to complete the reflection-type liquid crystal display apparatus using TFTs elements (FIG. 2).

[0028]

[Working Example]

(EXAMPLE 1)

(A passive matrix reflection-type liquid crystal display panel)

<Reflective Electrode Substrate>

An acrylic positive photosensitive overcoating (Optomer PC302 available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.) was spread by a spin coating method (Rotational speed: 1500 rpm) on a flat glass substrate (Glass 7059 available from Corning Inc.) in a positive photosensitive film of about 1.5  $\mu\text{m}$  in thickness for forming an insulating layer 12 (FIG. 3(B)). Then, the glass substrate was heated at 80°C for 60 seconds on a hot plate for prebaking.

[0029]

A ground glass plate 18 (Ground Glass #1500 available from Koei Kagaku K.K.) having a irregular surface was put on the positive photosensitive overcoating 12 with the irregular surface thereof in close contact with the surface of the positive photosensitive overcoating, and then the positive photosensitive overcoating was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp (Power: 15  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , Wavelength: 405 nm) for 3 seconds (FIG. 3C). Subsequently, the exposed positive photosensitive overcoating was immersed in a developing solution prepared by diluting PD523AD, a developer available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd., 11.9 times for 90 seconds for development (FIG. 3D). The entire surface of the positive photosensitive overcoating was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp (Power: 15  $\text{mW}/\text{cm}^2$ , Wavelength: 405 nm) for 30 seconds and then the positive photosensitive overcoating was heated at 220°C for 60 minutes in an oven for postbaking. Consequently, an insulating layer provided in its surface with minute

irregularities 12m substantially complementary to the minute irregularities of the ground glass plate was completed.

[0030]

In order to form an electrode layer 13a having reflective function on an insulating layer, a 0.2  $\mu\text{m}$  thick aluminum layer was deposited by a sputtering process over the insulating layer (FIG.3(E)). The aluminum thin layer was patterned by using a photomask by an ordinary patterning process to form stripe-shaped electrodes 13a so as to be set 190  $\mu\text{m}$  wide electrodes at intervals of 200  $\mu\text{m}$  (FIG. 3(F)).

[0031]

FIG. 7 is a graph showing a result of measuring surface roughness of the ground glass plate by a stylus-type profilometer. When the minute irregularities in the surface of the ground glass plate are measured in a range of 500  $\mu\text{m}$  was by means of the stylus-type profilometer (Dektak 16000 available from Dektak Inc.), the result of measuring is appeared as a shape in FIG. 7. The arithmetical average  $R_a$  of the surface roughness of the ground glass plate was 3192  $\text{\AA}$  (about 0.3  $\mu\text{m}$ ), and the maximum height  $R_{\text{max}}$  (a distance between the maximum height of ridges and the maximum depth of valleys) was about 22,000  $\text{\AA}$  (about 2.2  $\mu\text{m}$ ). In FIG. 7, indicated at R is a position (106.38  $\mu\text{m}$ ) where the sampling of measured data for calculation is started and at M was a position (425.53  $\mu\text{m}$ ) where the sampling of measured data for calculation was ended.

[0032]

<Counter Substrate>

A 0.15  $\mu\text{m}$  thick ITO film was deposited in stripes on a transparent glass substrate (Glass 7059 available from Corning Inc.), by a sputtering process to form transparent electrodes to be extended perpendicularly to the electrodes of the electrode substrate to complete a counter substrate.

[0033]

<Assembly of Liquid Crystal Panel>

Alignment films were formed on both of the reflective electrode substrate and the counter substrate made as described above, the both substrates were sealed therebetween, and a guest-host liquid crystal was filled in the space between the substrates to complete a liquid crystal panel. When the reflection-type liquid crystal panel was driven, white display with high visibility was achieved.

[0034]

(Comparative Example 1)

A sample of Comparative example 1 was fabricated by processes similar to those in Example 1. The insulating layer of Comparative Example 1 having the same material and thickness as the insulating layer of the Example 1 was formed on the reflective electrode substrate, but the exposure with the ground glass plate was not performed, and hence the electrodes formed on the insulating layer having a smooth

surface had specular surfaces. Other conditions for the fabrication of the liquid crystal display panel in Comparative Example 1 were the same as those for the fabrication of the liquid crystal display panel in Example 1. The electrodes having the specular surfaces reflected light intensely and the visibility of images displayed on the liquid crystal display panel in Comparative Example 1 was inferior to that of images in Example 1.

[0035]

(EXAMPLE 2)

(TFT Type Reflective Liquid Crystal Display) As a substrate, a substrate in which TFTs matrix was formed on a glass (Glass 7059 available from Corning Inc.) was used (FIG. 4(A)), and similar to the Example 1, an acrylic positive photosensitive overcoating (Optomer PC302 available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd.) was spread by a spin coating method (Rotational speed: 1500 rpm) to form a film of about 1.5  $\mu\text{m}$  in thickness for forming an insulating layer (FIG. 4(B)). Then, the glass substrate was heated at 80°C for 60 seconds on a hot plate for prebaking. A ground glass plate (Ground Glass #1500 available from Koei Kagaku K.K.) was put on the positive photosensitive film in close contact with the positive photosensitive film on the side of the insulating layer, and then the positive photosensitive film was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp (Power: 15 mW/cm<sup>2</sup>, Wavelength: 405 nm) for 3 seconds (FIG. 4C). Minute irregularities of the ground plate was the same as those of Example 1.

[0036]

Subsequently, a photomask 17 provided with a contact hole pattern for forming contact holes was superposed on the positive photosensitive resin film in close contact and the positive photosensitive film was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp (Power: 15 mW/cm<sup>2</sup>, Wavelength: 405 nm) for 15 seconds through the photomask 17 (FIG. 4(D)). This is for connecting the drain electrodes of the TFTs 11 to the reflective electrode layer formed on the insulating layer. Then the positive photosensitive film was immersed in a developing solution prepared by diluting PD523AD, a developer available from Japan Synthetic Rubber Co., Ltd., 11.9 times for 90 seconds for development (FIG. 4(E)). Then, the entire surface of the positive photosensitive film was exposed to light emitted by an extra-high pressure mercury lamp (Power: 15 mW/cm<sup>2</sup>, Wavelength: 405 nm) for 30 seconds, and then the positive photosensitive film was heated in an oven at 220°C for 60 minutes for postbaking. In order to form an electrode layer having reflective function on an insulating layer, a 0.2  $\mu\text{m}$  thick aluminum layer was deposited by a sputtering process over the insulating layer. The aluminum film was patterned by an ordinary patterning process to form an electrode pattern in a



matrix (FIG. 4(G)).

[0037]

<Counter Substrate>

A 0.15  $\mu\text{m}$  thick ITO film was deposited over a surface of a transparent glass substrate (Glass 7059 available from Corning Inc.), by a sputtering process to form a common electrode on the entire surface in a flat shape to complete a counter substrate.

[0038]

<Assembly of Liquid Crystal Panel>

Alignment films were formed on both of the reflective electrode substrate and the counter substrate, the both substrates were sealed therebetween and a guest-host liquid crystal to which dichromatic dye is added was filled in the space between the substrates to complete a liquid crystal panel. When the reflection-type liquid crystal panel was driven, the liquid crystal panel achieved white display with high visibility.

[0039]

(Comparative Example 2)

A sample of Comparative example 2 was fabricated by processes similar to those in Example 2. The insulating layer of Comparative Example 2 having the same material and thickness as the insulating layer of the Example 2 was formed on the substrate, but the exposure with the ground glass plate was not performed and hence the electrode formed on the insulating layer having a smooth surface had specular surfaces. Other conditions for the fabrication of the liquid crystal panel in Comparative Example 2 were the same as those for the fabrication of the liquid crystal panel in Example 2. The electrodes having the specular surfaces reflected light intensely and the visibility of image displayed on the liquid crystal display panel in Comparative Example 2 was inferior to that of images in Example 2.

[0040]

[Effect of the Invention]

In a reflection-type liquid crystal display apparatus of the invention, since minute irregularities are formed on the surfaces of electrodes, images of matters of external of the liquid crystal display apparatus on a viewer side are not specular-reflected on the surface of the electrode, so that a reflection of external matters is suppressed and images are displayed in satisfactory visibility. According to the method of fabricating the reflection-type liquid crystal display apparatus of the invention, a liquid crystal display apparatus having high visibility can be readily fabricated.

[BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS]

[FIG. 1] A sectional view of a reflection-type liquid crystal display apparatus in a first embodiment according to the present invention.

[FIG. 2] A sectional view of a reflection-type liquid crystal display apparatus in a second embodiment according to the present invention.

[FIG. 3] Sectional views explaining a method of fabricating the reflection-type liquid crystal display apparatus in the first embodiment according to the present invention.

[FIG. 4] A sectional view explaining a method of fabricating the reflection-type liquid crystal display apparatus in the second embodiment according to the present invention.

[FIG. 5] A view showing a contact hole of the reflection-type liquid crystal display apparatus in the second embodiment of the present invention.

[FIG. 6] A perspective view of a section showing a contact hole portion of the reflection-type liquid crystal display apparatus in the second embodiment of the present invention.

[FIG. 7] A graph showing a result of measuring surface roughness of a ground glass plate measured by a stylus-type profilometer.

[FIG. 8] A sectional view showing a structure of a conventional monochromatic reflection-type liquid crystal display apparatus.

[FIG. 9] A sectional view showing a structure of a conventional monochromatic reflection-type liquid crystal display apparatus employing TFTs.

[Explanation of Numerals]

10, 20	Liquid crystal display apparatus
10a, 10b, 20a, 20b	Substrates
11, 21	TFTs
12	Positive photosensitive resin layer or insulating layer
12m	Minute irregularities
13a, 13b, 231, 23b	Electrodes
14a, 14b, 24a, 24b	Alignment films
15, 25	Liquid crystal layers
16, 26	Sealing materials
17	Photomask
18	Flat transparent material having minute irregularities
19	Light source
30	Contact hole
111	Gate electrode
112	Insulating layer of SiN <sub>x</sub>
113	Amorphous silicon semiconductor layer
115	Drain electrode
116	Source electrode

[ABSTRACT]

[PROBLEM]

To provide a reflection-type liquid crystal display apparatus, which is capable of suppressing reflection of external matters on a surface of electrodes and of displaying images in satisfactory visibility, and a method for fabricating the same.

[SOLUTION]

In a reflection-type liquid crystal display apparatus provided with electrodes having a reflection property on surfaces thereof, by depositing a reflective metal through an insulating layer formed minute irregularities on a substrate, the minute irregularities are produced on the surface of the electrode. As a result, external light incident is not reflected in a specular reflection mode, so that visibility of images from a viewer side is improved. The insulating layer is formed by forming a positive photosensitive material layer on the substrate, exposing the positive photosensitive resin layer to light through a transparent material having a surface provided with minute irregularities, and subjecting to a developing process.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**